

## 척수 손상 환자에서 신장 스캔 검사의 추적 관찰을 통한 신 기능 평가의 유용성

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학연구소

신지철 · 박창일 · 김용래 · 방인걸 · 김정은

= Abstract =

### The Clinical Effectiveness of Serial Radioisotope Renography in Evaluation of Renal Function Changes in Spinal Cord Injured Patients

Ji Cheol Shin, M.D., Chang Il Park, M.D., Yong Rae Kim, M.D.  
In Keol Bang, M.D. and Jung Eun Kim, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine and Research Institute of Rehabilitation Medicine,  
Yonsei University College of Medicine

**Objective:** The purposes of our study were to determine the effect of serial radioisotope renography on the diagnostic evaluation and therapeutic intervention of spinal cord injured patients and to determine the characteristics of renographic findings in spinal cord injured patients.

**Method:** Three hundred and two spinal cord injured patients were examined with radioisotope renography using Technetium-99m mercaptoacetyl triglycine. Forty-two of 302 patients were examined in serial studies. Intravenous pyelogram, urodynamic study, 24-hour creatinine clearance, and voiding cystourethrogram were also performed. Radioisotope renography was correlated with diagnostic procedures and therapeutic interventions. Therapeutic interventions included changes in medication and bladder management.

**Results:** The renal functions in the left kidney were better than the functions in the right kidney after spinal cord injury ( $p < 0.01$ ). If neurogenic bladders were managed properly, renal functions improved after the shock stage of injury ( $p < 0.05$ ). Patients with significant improvement in their renal function underwent changes in proper medication and methods of bladder management ( $p < 0.05$ ). Renal function changes were correlated with the type of neurogenic bladder and maximal detrusor pressure ( $p < 0.05$ ). No significant renal function changes were found between the groups according to the completeness of injury and gender.

**Conclusion:** Radioisotope renography is a good initial indicator to show problems that required management changes. Serial radioisotope renographic findings give valuable informations about the urinary tract in spinal cord injured patients.

---

**Key Words:** Radioisotope renography, Renal function, Neurogenic bladder, Spinal cord injury

## 서 론

척수 손상 환자의 합병증 중 비뇨기계 합병증은 주요한 합병증의 하나이며<sup>17,21)</sup> 그중 신 기능 부전은 척수 손상 환자에서 사망 원인의 하나로까지 알려져 있다.<sup>6,18,20)</sup> 신 기능은 환자가 증상을 느낄 수 없는 사이에 악화되기도 하고, 척수 손상으로 인한 신경인성 방광의 경우 상부 요로계의 합병증을 자주 유발하기 때문에 척수 손상 환자의 비뇨기계의 주기적인 평가는 매우 중요하다.<sup>3)</sup> 그러므로 척수 손상 환자에서 비뇨기계 상태를 정확하게 평가하고 적절한 방광 관리를 하면 비뇨기계 합병증을 의미있게 감소시킬 수 있다.<sup>11,19)</sup>

척수 손상 환자에서 비뇨기계의 평가 방법은 형태학적인 평가 방법과 기능적인 평가 방법이 있다. 그중 신장 스캔은 방사선 검사, 신 초음파 검사, 전산화 단층 촬영, 자기 공명 영상법, 요류 동태 검사 및 배뇨성 방광 요도 조영술 등의 형태학적인 평가 방법과는 달리 신장의 기능을 영상화하여 평가하는 방법이다. 일반적으로 신장의 기능 이상은 형태학적 변화보다 먼저 나타나기 때문에 신장 스캔을 이용하면 병변을 초기에 진단할 수 있는 장점이 있으며, 또한 신장 스캔은 신장의 각 부분을 선택적으로 분류 검사 할 수 있으며 영상을 정량적으로 분석할 수도 있다.<sup>2)</sup>

박등<sup>1)</sup>은 신장 스캔 검사가 척수 손상 환자에서 신 기능의 변화를 평가하기 위한 여러 가지 방법 중 안전하고 비침습적이며, 독성 반응이나 과민 반응이 적고, 민감도가 높으며 신 기능의 정량적 평가와 더불어 신장을 포함한 상부 요로의 해부학적 정보를 동시에 얻을 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 척수 손상 환자의 신 기능을 신장 스캔을 이용하여 평가하여 척수 손상 환자들의 신 기능이 척수 손상의 완전·불완전 정도, 척수 손상 후 기간, 성별 및 신경인성 방광의 종류에 따라 어떠한 차이를 보이는지 알아보려고 하였고 다른 비뇨기계 평가 방법과의 상관관계에 대하여 알아보려고 하였다. 또한 신장 스캔 검사의 반복 시행을 통하여 신 기능의 변화를 평가하고, 신 기능의 변화에 영향을 주는 요소들에 대하여 알아보려고 하였고 신경인성 방광을 관리하는 방법의 변화 및 방광에 작용하

는 약물의 투여 등 치료 방법의 변화가 신장 스캔의 추적 관찰 결과에 반영되는지 평가함으로써 추적 신장 스캔 검사의 임상적 유용성을 알아보려고 하였다.

## 대상 및 방법

### 1) 연구 대상

1996년 5월부터 1999년 12월까지 연세대학교 의과대학 재활의학과에서 입원 치료를 받은 척수 손상 환자 중 302명을 대상으로 하였다. 이 중 42명을 대상으로 신장 스캔을 2회 추적 실시하였다. 척수 손상 이전부터 신 기능 부전 및 신장 종양 등 비뇨기계 질환이 있는 경우는 제외하였다.

### 2) 연구 방법

각각의 대상 환자에게 신장 스캔 검사, 소변 검사, 소변 배양 검사, 요류 동태 검사, 배뇨성 방광 요도 조영술, 혈액 생화학 검사, 정맥내 요로 조영술 및 24시간 creatinine 청정율 검사 등을 시행하였다.

요류 동태 검사는 Duet<sup>®</sup> 요류 동태 검사기(Dantec, Denmark)를 이용하여 시행하였다. 실온의 생리 식염수를 30 ml/min의 주입율로 이중 내강 도관(double lumen catheter)을 이용하여 방광 내로 주입하였다. 복강 내압(abdominal pressure)은 직장에 위치한 감지 장치를 이용하여 측정하였다. 저장기 동안에 최대 방광 용적, 순응도(compliance) 및 최대 방광 압력 등을 측정하였다. 순응도는 요류 동태 검사에서 배뇨근의 압력이 급격히 상승할 때 방광 용적의 변화를 배뇨근 압력의 변화로 나누어 구하였다. 배뇨성 방광 요도 조영술에서는 방광 요관 역류, 요로 결석의 유무를 관찰하였고 방광 요관 역류의 분류는 International Study Classification에 의하여 5단계로 나누었다.<sup>15)</sup> 정맥내 요로 조영술 검사에서는 신우신배 확장증(pyelocaliectasis), 요관 확장증(ureteroectasis) 등을 관찰하고 정상, 비정상의 판정은 진단방사선과 의사 2명이 판독하였다. 24시간 creatinine 청정율은 척수 손상 환자에서 사용하는 Sawyer와 Hutchins 방법을 이용하여 계산하였다.<sup>10)</sup> 24시간 creatinine 청정율은 75 ml/min/1.7 m<sup>2</sup>를 기준으로 하여 75 ml/min/1.7 m<sup>2</sup> 이상을 정상, 그 미만을 비정상이라 하여 비교하였다. 신장 스캔은 세노판 분비로 배설되는 Tc-99m Mectapocetyltriglycine (Tc-99m MAG3)

을 이용하여 검사를 시행하였다. 최대 방사능 섭취 시간( $T_{max}$ )은 Tc-99m MAG를 주입 후부터 신장에서 최대 방사능을 보일 때까지의 시간으로 정의하였고, 반감기( $T_{half}$ )는 신장에서 배설기(excretory phase)의 분비 곡선에서 최대 방사능의 50%를 보일 때의 시간으로 정의하였다. 배설기의 기울기(slope)는 반감기에서 최대 방사능 섭취 시간 사이의 신장 내 방사능량의 변화로 정의하였고, 신지수(renal index: % uptake)는 전체 신장의 기능 중에서 한쪽 신장의 기능이 차지하는 비율로 정의하였다. 신장 스캔 검사에서 나타나는 유효 신 혈장유량(effective renal plasma flow: ERPF)은 환자의 체표 면적과 연령에 따라 보정하여 비교하여야 의미가 있으므로<sup>8)</sup> 정상인의 유효 신 혈장 유량에 대한 척수 손상 환자의 유효 신 혈장유량비(% effective renal plasma flow: % ERPF)를 측정하였다.

본 연구에서는 신장 스캔 검사에서 이상을 보인 군과 정맥내 요로 조영술, 24시간 creatinine 청정율 등 다른 검사에서의 이상 소견을 나타내는 군과의 상관관계를 알아보려고 하였다. 신장 스캔의 정상·비정상 소견 여부의 판정에는 Bih등<sup>2)</sup>의 분류를 따랐다(Table 1). Kuhlemeier등<sup>7)</sup>은 비 척수 손상인과 비교하여 척수 손상 환자에서 유효 신 혈장 유량에 차이가 있으므로 최대 방사능 섭취 시간을 비 척수 손상인의 6분보다 긴 7분 30초, 반감기를 비 척수 손상인 7분보다 긴 9분까지 정상이라고 정의하였다. 이 분류에 따라 A군에 속하는 경우를 정상으로 판독하였고, B, C군에 속하는 경우는 신장에서의 배출이 지연되는 이상이 있는 경우이며 D, E, F에 속하는

군은 신장에서의 배출이 지연되는 경우와 유효 신 혈장유량이 감소가 동반된 이상이 있는 경우라 하여 비정상으로 판독하였다.

척수 손상의 완전·불완전 정도<sup>9)</sup>, 성별, 수상 후 기간, 신경인성 방광의 종류 등에 따른 척수 손상 환자의 유효 신 혈장유량을 비교분석하기 위해 좌·우 신장을 각각 한 단위로 평가하여<sup>1)</sup> 총 302명에서 604개의 신장단위에서의 유효 신 혈장유량비, 최대 방사능 섭취 시간 및 반감기 등의 신 기능을 비교하였다. 그리고 두 번의 검사간의 임상 양상의 변화를 비교 분석하기 위하여 좌·우 신장을 각각 한 단위로 평가하여 총 42명에서 84개의 신장단위에서의 유효 신 혈장유량비, 최대 방사능 섭취 시간 및 반감기 등의 신 기능의 변화를 비교하였다.

척수 손상 환자의 임상 양상에 따른 신장 스캔 결과와의 관계 등을 알아보기 위해 SPSS-PC 8.0 for window version의 independent t-test 및 regression test를 사용하였고, 신장 스캔과 다른 임상적 평가 방법과의 관계는 Chi-square test로 비교 분석하였고, 좌·우 신 기능의 비교는 paired t-test 통계방법으로 분석하였다.

## 결 과

### 1) 대상 환자의 특성

신장 스캔 검사를 시행한 302명의 환자의 나이는 평균 37.9세였고, 척수 손상 후 첫 번째 신장 스캔 검사를 시행할 때까지의 기간은 평균 16.2개월이었으며, 남자 238명, 여자 64명이었다. 사지 마비 환자

Table 1. Definition of Groups According to Various Time- Activity Curve on Renography

Group		Definition
Renographic Findings	Normal A	Normal ERPF <sup>1)</sup> $T_{max}$ <sup>2)</sup> < 7.5 min, $T_{half}$ <sup>3)</sup> < 9 min, RI <sup>4)</sup> > 40%
	B	Normal ERPF, $T_{max}$ > 7.5 min or $T_{half}$ > 9 min, $T_{max}+T_{half}$ < 9 min
	C	Normal ERPF, $T_{max}+T_{half}$ > 30 min
	Abnormal D	Decreased ERPF or RI < 40%, $T_{max}+T_{half}$ < 30 min
	E	Decreased ERPF or RI < 40%, $T_{max}+T_{half}$ > 30 min
	F	ERPF < 40 ml/min

1. ERPF : Effective renal plasma flow (ml/min), 2.  $T_{max}$  : Time to peak, 3.  $T_{half}$  : Time to the half slope of the secretory curve, 4. RI : Renal index (% uptake)

**Table 2.** Distribution of Patients According to ASIA<sup>1)</sup> Classification

ASIA classification	A	B	C	D	Total
Tetraplegia	88	31	24	9	152
Paraplegia	67	17	9	4	97
Cauda equina injury					53
Total	155	48	33	13	302

Values are No. of cases.

1. ASIA : American Spinal Injury Association, 1996

**Table 3.** Characteristics of Subjects

Variables	Total study cases (n=302)	Follow-up cases (n=42)
Age (year)	37.92±12.69	40.19±14.79
Sex (Male/Female)	238/64	32/10
Etiology (No. of cases)		
Traffic accidents	172	25
Falling down	83	10
Blunt trauma	24	5
Transverse myelitis	7	2
Others	18	0
Time from spinal cord injury (month)	16.2±37.11	20.48±40.45
Interval between serial studies (month)		10.26±8.45

Values are mean±standard deviation.

가 152명, 하지 마비 환자가 97명이었고 이중 완전 척수 손상 환자는 155명이었고, 불완전 척수 손상 환자는 94명이었다. 그 외 마미 신경 손상 환자는 53명이었다(Table 2). 손상의 원인으로는 교통사고가 56.9%로 가장 많았고 다음으로 낙상에 의한 손상이 많았다(Table 3).

42명의 환자에서 신장 스캔 검사를 2회 추적 시행하였는데 환자의 나이는 평균 40.2세였고, 남자가 32명, 여자가 10명이었다. 척수 손상 후 첫 번째 신장 스캔 검사를 시행할 때까지의 기간은 평균 20.5개월이었으며 이후 추적 관찰을 위한 두 번째 신장 스캔 검사를 시행할 때까지의 기간은 평균 10.3개월이었다(Table 3). 사지 마비 환자가 21명, 하지 마비 환자

**Table 4.** Comparison of Renogram Parameters between Right Kidney and Left Kidney

	Right kidney (n=302)	Left kidney (n=302)
T <sub>max</sub> <sup>1)</sup> (seconds)	255.81±168.31	236.35±178.29*
T <sub>half</sub> <sup>2)</sup> (seconds)	510.91±678.28	445.63±475.95*
Slope (counts/seconds)	-3915.83±2631.86	-4350.88±2918.97*
% ERPF <sup>3)</sup> (%)	70.63±13.44	73.34±14.32*
RI <sup>4)</sup> (% uptake)	49.14±3.86	50.86±3.86*

Values are mean±standard deviation.

1. T<sub>max</sub>: Time to peak

2. T<sub>half</sub>: Time to the half slope of the secretory curve

3. % ERPF:

$$\frac{\text{Patients' effective renal plasma flow}}{\text{Normal effective renal plasma flow}} \times 100$$

4. RI : Renal index

\*p<0.01

가 14명이었고 이중 완전 척수 손상 환자는 23명이었고, 불완전 척수 손상 환자는 12명이었다. 그 외 마미 신경 손상 환자는 7명이었다. 신장 스캔 검사를 시행 받은 모든 환자에서 부작용이 심하여 검사를 중단한 경우는 한 명도 없었다.

## 2) 척수 손상 환자의 신장 스캔의 결과 분석

(1) 척수 손상의 정도 및 성별에 따른 비교: 척수 손상의 정도에 따른 각 군간의 유효 신 혈장유량비, 신장 실질 내 최대 방사능 섭취 시간, 배설기의 기울기 및 반감기는 유의한 차이가 없었다. 척수 손상 환자의 성별에 따라서도 각 군간의 유효 신 혈장유량비, 신장 실질 내 최대 방사능 섭취 시간, 배설기의 기울기 및 반감기는 유의한 차이가 없었다.

(2) 좌·우측 신장의 비교: 총 302명의 척수 손상 환자에서 좌·우측 신장을 비교하였을 때 신장 실질 내 최대 방사능 섭취 시간 및 세뇨관 분비를 통해서 배설되는 반감기도 좌측 신장이 빨랐으며 배설기의 기울기도 더 급격한 경사도를 나타내었고, 유효 신 혈장유량비와 신 지수도 좌측 신장이 높았다(p<0.01)

**Table 5.** Relation between Intravenous Pyelographic Findings and Renographic Findings

Renographic finding	IVP finding		Total
	Normal	Abnormal	
Normal	123*	53	176
Abnormal	33	26	59
Total	156	79	235

Values are No. of cases.

\* $p < 0.05$

(Table 4).

(3) 수상 후 기간에 따른 비교: 수상 후 기간에 따른 유효 신 혈장유량비는 양측 신장에서 모두 시간이 지남에 따라 유의하게 증가되는 양상을 보였다( $p < 0.05$ ). 배설기의 기율기도 수상 후 기간이 지남에 따라 양측 신장에서 모두 경사도가 급격해지는 양상을 보였다( $p < 0.01$ ).

(4) 신경인성 방광에 따른 비교: 요류 동태 검사에서 과반사성 신경인성 방광(hyperreflexic neurogenic bladder)의 경우에서 배설기의 기율기가  $-4356.27 \pm 3138.45$  counts/sec로 무반사성 신경인성 방광(areflexic neurogenic bladder)의 배설기의 기율기  $-3874.90 \pm 2309.03$  counts/sec보다 더 급격한 경사도를 보였다( $p < 0.05$ ). 유효 신 혈장유량 비는 최대 방광 내압이 40 cmH<sub>2</sub>O 미만인 신경인성 방광의 경우에서  $73.47 \pm 14.28\%$ 로 최대 방광 내압이 40 cmH<sub>2</sub>O 이상인 신경인성 방광의  $69.75 \pm 13.58\%$ 보다 더 크게 나타났다( $p < 0.05$ ).

(5) 신장 스캔 검사와 임상 소견 및 검사 소견의 비교: 정맥내 요류 조영술의 이상 유무와 신장 스캔의 이상 유무와의 관계를 분석한 결과 유의한 상관관계가 있었다( $p < 0.05$ ) (Table 5). 24시간 creatinine 청정율을 75 ml/min/1.7 m<sup>2</sup>를 기준으로 하여 75 ml/min/1.7 m<sup>2</sup> 이상인 군과 그 미만인 군으로 나누어 신장 스캔의 이상 유무와의 관계를 비교 분석한 결과 유의한 상관관계가 있었다( $p < 0.05$ ) (Table 6). 방광 관리 방법으로 간헐적 무균 도뇨법(clean intermittent catheterization)을 사용한 군의 배설기의 기율기가  $-3597.03 \pm 2838.48$  counts/sec로서 치골 상부 자극과 Crede 방법을 사용하는 군의 배설기의 기율기

**Table 6.** Relation between 24 Hour Creatinine Clearance and Renographic Findings

Renographic finding	24Hr Ccr <sup>1)</sup> (ml/min/1.7m <sup>2</sup> )		Total
	Above 75	Below 75	
Normal	251*	120	371
Abnormal	83	70	153
Total	334	190	524

Values are No. of cases.

1. 24Hr Ccr: 24 hour creatinine clearance

\* $p < 0.01$

인  $-4523.00 \pm 2830.53$  counts/sec에 비해 배설기의 기율기가 보다 완만한 경사도를 나타내었다( $p < 0.01$ ).

배뇨성 방광 요도 조영술 검사 결과 방광 요관 역류가 없는 경우가 290명, 방광 요관 역류가 관찰된 경우가 12명으로 두 군간의 신장 기능에 유의한 차이는 없었다. 요도 협착(urethral stricture)은 전체 302명의 대상 환자 중 1명도 관찰되지 않았다.

### 3) 신장 스캔의 추적 관찰을 통한 결과 분석

(1) 척수 손상의 정도 및 성별에 따른 비교: 척수 손상의 완전 불완전 손상의 정도에 따른 각 군간의 유효 신 혈장유량비의 변화( $\Delta\%$  ERPF), 신장 실질 내 최대 방사능 섭취 시간의 변화( $\Delta T_{max}$ ), 배설기(excretory phase)의 기율기의 변화( $\Delta slope$ ) 및 반감기의 변화( $\Delta T_{half}$ )는 유의한 차이가 없었다. 척수 손상 환자의 성별에 따른 각 군간의 신 기능의 변화도 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).

(2) 좌·우측 신장에서의 비교: 좌측 신장과 우측 신장에서 유효 신 혈장유량비의 변화, 신장 실질 내 최대 방사능 섭취 시간의 변화, 배설기의 기율기의 변화 및 반감기의 변화를 비교 분석한 결과 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).

(3) 검사 간격에 따른 비교: 두 추적 검사의 간격에 따른 유효 신 혈장유량비의 변화, 신장 실질 내 최대 방사능 섭취 시간의 변화, 배설기의 기율기의 변화 및 반감기의 변화를 비교 분석한 결과 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).

(4) 신경인성 방광에 따른 비교: 유효 신 혈장유량비의 변화는 최대 방광 내압이 40 cmH<sub>2</sub>O 미만인 신

**Table 7.** Comparison of % ERPF<sup>1)</sup> Change According to Maximal Detrusor Pressure and Type of Neurogenic Bladder

	Maximal detrusor pressure(cmH <sub>2</sub> O)		Type of neurogenic bladder	
	Below 40 (n=56)	Above 40 (n=56)	Areflexic (n=28)	Hyperreflexic (n=52)
Δ% ERPF <sup>2)</sup> (%)	8.93±17.07*	11.19±20.07*	-0.25±13.33	3.62±14.10

Values are mean±standard deviation.

1. % ERPF(%) =  $\frac{\text{Patients' effective renal plasma flow}}{\text{Normal effective renal plasma flow}} \times 100$

2. Δ% ERPF(%) = % ERPF in follow-up study - % ERPF in first study

\*p<0.01

**Table 8.** Comparison of % ERPF<sup>1)</sup> According to Bladder Management Method Changes

	Bladder management method	
	Changed (n=22)	Unchanged (n=61)
% ERPF <sup>1)</sup> (%)	60.83±9.78*	66.70±15.79
Δ% ERPF <sup>2)</sup> (%)	8.7±14.95	4.85±16.91

Values are mean±standard deviation.

1. % ERPF(%) =  $\frac{\text{Patients' effective renal plasma flow}}{\text{Normal effective renal plasma flow}} \times 100$

2. Δ% ERPF(%) = % ERPF in follow-up study - % ERPF in first study

\*p<0.01

경인성 방광의 경우에서 최대 방광 내압이 40 cmH<sub>2</sub>O 이상인 신경인성 방광의 경우보다 변화가 크게 나타났다(p<0.05), 최대 방광 내압이 40 cmH<sub>2</sub>O 이상인 신경인성 방광의 경우 오히려 유효 신 혈장유량비가 감소된 소견이 관찰되었다. 신경인성 방광의 유형에 따른 신장 기능의 변화를 비교 분석한 결과 무반사성 신경인성 방광의 경우가 과반사성 신경인성 방광의 경우보다 유효 신 혈장 유량 비의 변화의 폭이 크게 나타났다(Table 7).

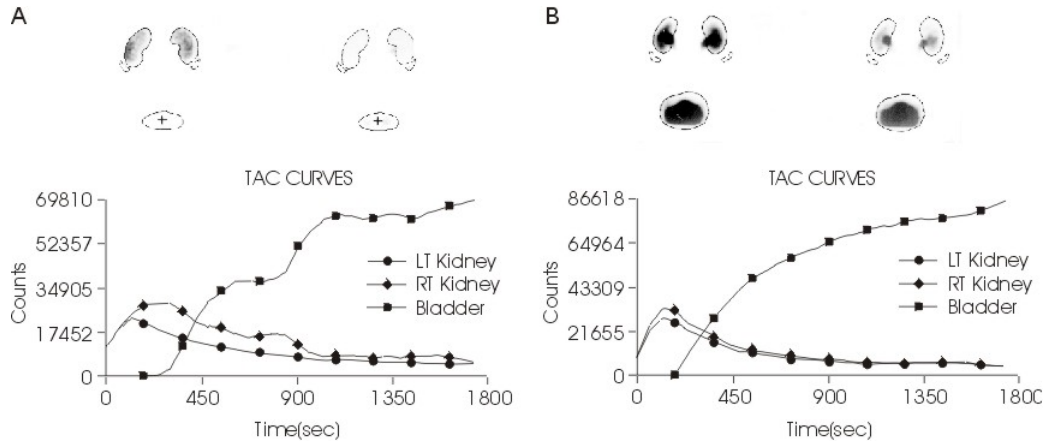
(5) 신장 스캔 추적 검사와 임상 소견 및 검사 소견의 비교: 방광 관리 방법을 바꾼 군과 방광 관리 방법을 바꾸지 않은 군을 비교 분석한 결과, 방광 관리 방법을 바꾼 군의 경우 처음 검사 시 유효 신 혈장유량 비가 낮았으나(p<0.01), 추적 관찰 결과 유효 신 혈장유량비의 변화를 보면 보다 큰 폭으로

향상되는 경향으로 나타났다(Table 8). 그리고 방광에 작용하는 약물을 사용한 군에서 사용하지 않은 군에 비하여 신 기능의 변화가 더 큰 폭으로 나타났다(p<0.05).

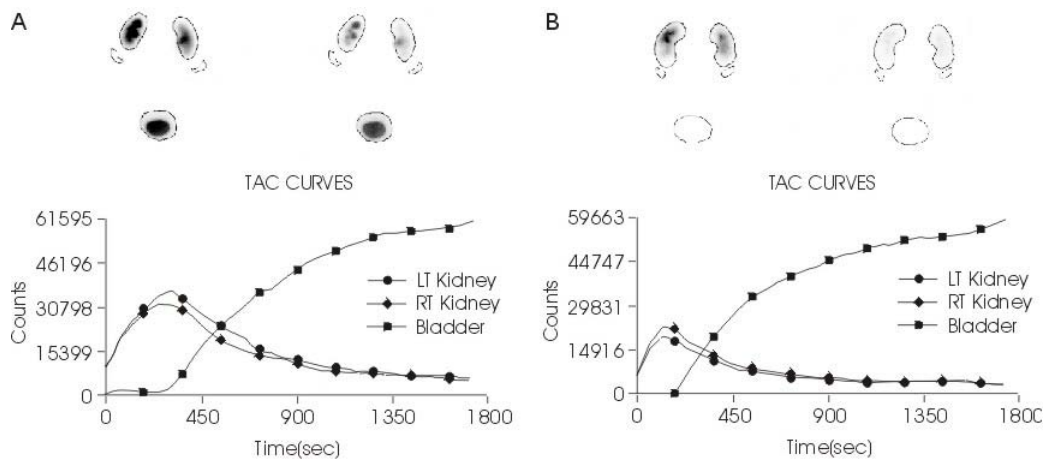
#### 4) 신장 스캔 검사의 추적 관찰의 임상적 응용

(1) 추적 관찰을 통해 신 기능의 호전을 확인한 예(Fig. 1): 63세 남자로 5개월 전 교통사고에 의한 하지마비 환자로 포괄적인 재활치료를 위하여 본원에 입원하였다. 입원 후 실시한 신장 스캔 검사 상 우측 신장에서 세뇨관 분비를 통해서 배설되는 반감기가 10분으로 정상보다 길었고 유효 신 혈장유량비도 우측 신장에서 54.24%, 좌측 신장에서 52.2%로 낮게 나타났다. 본원 입원 후 신경인성 방광 훈련과 약물 투여 등을 통해 적절한 방광 관리방법을 습득 후 퇴원하였다. 17개월 후 신 기능을 평가하기 위해 시행한 신장 스캔 검사 상 반감기가 5분으로 이전 검사시 보다 5분이나 향상되었고 유효 신 혈장유량비도 우측 신장에서 81.9%, 좌측 신장에서 70.1%로 이전 검사보다 향상됨을 볼 수 있었다. 본 환자에게 현재의 투약과 적절한 방광 관리 방법을 지속적으로 실시할 것을 권유하였고 6개월 후 다시 추적 관찰을 통해 신 기능을 평가하기로 하였다.

(2) 추적 관찰을 통해 신 기능의 악화를 확인하고 치료한 예(Fig. 2): 36세 환자로 15개월 전 교통사고에 의한 사지마비 환자가 본원 응급실을 통해 입원하였다. 환자는 9개월 전 본원에 입원치료 받았으나 제 4 경수 완전 손상 환자인 관계로 자신이 방광 관리를 직접 할 수 없어 퇴원 후 개호인에 의한 방광 관리가 이루어졌다. 환자는 첫 번째 입원 후 퇴원하



**Fig. 1.** An example of serial radioisotope renography. Comparing with the first renogram study (A), improvement of renal function was found on follow- up study (B).



**Fig. 2.** An example of serial radioisotope renography. Comparing with the first renogram study (A), deterioration of renal function was found on follow- up study (B).

여 지내는 동안 신경인성 방광 관리가 철저하게 이루어지지 않고 약물 투여도 불규칙적으로 하다가 요로 감염으로 인한 고열을 주소로 응급실로 내원하였다. 입원 후 추적 관찰한 신장 스캔 검사 상 우측 신장에서 세노관 분비를 통해서 배설되는 반감기가 9개월 전 신 기능을 평가하기 위해 시행한 신장 스캔상 7분이었으나 추적 관찰결과 8시간 22분으로 현저하게 길어졌고, 유효 신 혈장유량비도 우측 신장에서 74.7%, 좌측 신장에서 75%이었으나, 추적 관찰

결과 우측 신장에서 55.2%, 좌측 신장에서 64.1%로 낮아져 신 기능이 급격히 악화되었음을 알 수 있었다. 본원 입원 후 합병증인 요로 감염을 치료하고 신경인성 방광 훈련과 약물 투여 등을 통해 적절한 방광 관리를 습득한 후 퇴원하였다.

이상의 두 예에서 볼 수 있듯이 신장 스캔의 추적 검사는 신장의 기능 변화를 잘 반영하는 유용한 검사임을 알 수 있었다.

## 고 찰

산업화와 도시화 및 교통사고의 증가로 외상으로 인한 척수 손상 환자의 수는 증가하고 있으며 이들의 삶의 질에 관한 관심도 증대되고 있다. 척수 손상 환자에서 비뇨기계 합병증의 주기적인 평가와 효과적인 관리는 환자들의 삶의 질의 영향을 주는 중요한 요소의 하나이다.<sup>5,12,14)</sup> 척수 손상 환자의 비뇨기계 합병증은 대부분 요로 감염이나 신경인성 방광에 의한 폐쇄성 질환에 의하며, 이러한 질환에 의해서는 사구체 기능의 저하보다는 세뇨관 기능 저하가 먼저 나타난다.<sup>2)</sup> 신장의 이상은 주로 폐쇄성 신 질환이며 신장 스캔상 유효 신 혈장유량의 변화보다 신장으로부터의 배설 장애가 선행될 수 있다. 본 연구에서는 Technetium-99m Mercaptoacetyltriglycine (Tc-99m MAG3)를 이용하여 검사를 시행하였다. MAG3는 신세뇨관 분비 기전으로 배설되고 신장에서의 추출율이 높고 혈장 단백질과의 결합이 많고 분포용적이 작아 소변으로 배설되는 양이 많으므로 척수 손상 환자의 신장 스캔 검사에서 사용하기에 적합한 약물이다.<sup>4,13,16)</sup> 신 세뇨관 기능의 정량적인 측정치로 유효 신 혈장유량의 정상 신 혈장유량에 대한 비율이 사용되는데 본 연구에서 척수 손상의 완전·불완전 손상의 정도, 성별에 따른 유효 신 혈장유량비의 차이는 나타나지 않았다.

신장 스캔 검사 결과의 좌 우 신장에 따른 차이에 관하여 Klingensmith등<sup>7)</sup>은 20명의 척수 손상환자를 대상으로 한 검사에서 좌측 신 기능이 우측 신 기능보다 더 좋았으나 통계적인 유의성은 대상 환자가 적어 발견하지 못하였다. 본 연구에서 302명의 척수 손상 환자를 대상으로 비교 분석한 결과, 신장 실질내 최대 방사능 섭취 시간과 그 이후 세뇨관 분비를 통해서 배설되는 반감기, 유효 신 혈장유량비 모두 좌측 신장에서 우측 신장 보다 기능이 더 좋은 것으로 결과가 나타났다(Table 4). 해부학적으로 보면 좌측 신이 우측 신보다 약간 더 크고 상부에 위치한다. 본 연구의 결과는 좌·우측 신장의 크기와 복강내 해부학적 위치에 따른 차이에 의한 것으로 생각된다.

수상 후 기간에 따른 척수 손상 환자의 신장 기능의 변화에 관해서 Klingensmith등<sup>7)</sup>은 척수 손상으로

인한 하지마비 환자를 대상으로 한 연구에서 척수 손상 후 2년까지 신장의 유효 신 혈장유량비는 증가한다고 하였다. 본 연구에서 302명의 신경인성 방광 관리를 받은 척수 손상 환자를 대상으로 분석한 결과 시간이 지남에 따라 좌, 우측 신장 모두에서 유효 신 혈장유량비가 증가되어 신 기능이 향상되는 양상을 보였다. 척수 손상 환자의 신 기능은 척수 손상 후 급격히 감소 한 후 차차 증가하는 양상을 보인다. 따라서 신장 스캔 검사 결과에서 신 기능의 손상 정도를 평가할 때 수상 후 기간이 우선적으로 고려되어야 한다.

요류 동태 검사 상 과반사성 신경인성 방광의 경우가 무반사성 신경인성 방광의 경우보다 배설기의 기울기가 더 급격한 경사도를 보였고, 유효 신 혈장유량의 비율은 최대 방광 내압이 40 cmH<sub>2</sub>O 미만인 신경인성 방광의 경우에서 더 크게 나타났다. 신장 스캔 결과는 신경인성 방광의 상태와 밀접한 관련이 있으며 요류 동태 검사와 연관성을 지니며 척수 손상 환자의 비뇨기계 평가에 중요한 정보를 제공함을 알 수 있다.

본 연구에서 신장 스캔 검사에서 이상을 보인 군과 정맥내 요로 조영술, 24시간 creatinine 청정율 등의 검사에서 이상 소견을 나타내는 군과의 유의한 상관관계가 있었으며(Table 5, 6), 방광 관리 방법에 따라 배설기의 기울기에 유의한 차이를 보였으므로 신장 스캔은 비뇨기계의 해부학적 및 기능적 평가와 효과적인 방광 관리 방법의 결정과 변경에 유용한 지표가 될 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서 신장 스캔의 추적 관찰을 통한 결과를 분석한 결과 신 기능의 변화는 척수 손상의 정도나 성별에 영향을 받지 않았으며, 신경인성 방광의 유형에 따라(Table 7), 방광 관리 방법에 따라(Table 8) 방광에 작용하는 약물의 사용여부에 따라 신 기능의 변화에 차이가 있으므로 보아 신장 스캔 검사를 통해 신경인성 방광의 관리 방법과 약물 투여 결정에 중요한 정보를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

## 결 론

연세대학교 의과대학 재활의학과에서는 1996년 5월부터 1999년 12월까지 척수 손상으로 인한 신경인성 방광 환자 중 302명에서 신장 스캔 검사를 시행



하고 그 중 42명에서 추적 관찰 검사를 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 척수 손상의 완전·불완전 손상의 정도, 성별에 따른 신 기능의 유의한 차이는 없으며 추적 관찰상 신 기능의 변화도 유의한 차이가 없다.

2) 척수 손상 환자의 좌·우측 신장을 비교하였을 때 신장 실질 내 최대 방사능 섭취 시간 및 세뇨관 분비를 통해서 배설되는 반감기도 좌측 신장이 빠르고 배설기의 기울기도 더 급격하고, 유효 신 혈장유량비와 신 지수도 좌측 신장이 높다. 신장 기능은 좌측 신장이 우측 보다 척수 손상 후의 기능이 좋을 수 있다( $p<0.01$ ).

3) 척수 손상 환자에서 유효 신 혈장유량비가 초기 수상 이후 시간이 경과함에 따라 호전되는 양상을 보이고( $p<0.05$ ) 배설기의 기울기도 수상 후 기간이 지남에 따라 양측 신장에서 모두 경사도가 급격해지는 양상을 보이므로( $p<0.01$ ) 신 기능은 초기 수상 직후 감소한 후부터 차차 회복되어 간다고 생각할 수 있다.

4) 유효 신 혈장유량비는 최대 방광 내압이 40 cmH<sub>2</sub>O 미만인 군에서 더 크고 추적 검사상 호전의 비율도 큰 것으로 보아( $p<0.05$ ) 척수 손상 환자의 신 기능은 최대 방광 내압에 따라 영향을 받을 수 있다.

5) 신장 스캔 검사는 다른 비뇨기계의 진단 방법인 정맥내 요료 조영술, 24시간 creatinine 청정율 및 요료 동태 검사 등 다른 검사의 결과와 유의한 연관성이 있으므로 신장의 해부학적 평가와 동시에 기능적 평가에 매우 유용한 검사이며 신 기능의 변화의 평가에도 유용한 검사이다.

6) 비뇨기계 약물의 사용 및 배뇨 방법의 변화 등 치료 방법의 변화를 준 군에서 유효 신 혈장유량은 의미 있는 변화를 보이므로 신장 스캔 검사는 초기 비뇨기계 질환의 문제점을 발견한 후 치료 방법의 결정에 도움을 주며 치료 효과의 평가에 유용한 검사임을 알 수 있다.

이상으로 보아 신장 스캔 검사의 추적 관찰은 척수 손상 환자의 신 기능 변화를 정확하게 평가하는 유용한 방법이며 검사 결과에 따라 약물의 사용이나 배뇨 방법의 변화 등 치료 방법에 변화를 주어 결과적으로 척수 손상 환자의 비뇨기계 합병증을 감소시켜 삶의 질을 향상시키는데 도움을 주는 유용한 검

사중의 하나로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 1) 박창일, 김유철, 신지철, 이윤경, 유태원, 이일영, 박상일: 척수 손상환자에서 신장스캔을 이용한 신기능 평가. 대한재활의학회지 1998; 22: 566-575
- 2) Bih LI, Changlai SP, Ho CC, Lee SP: Application of radioisotope renography with Tc99m MAG on patient with SCI. Arch Phys Med Rehabil 1994; 75: 982-986
- 3) Donnelly J, Hackler RH, Bunts RC: Present urologic status of the World War II paraplegic: 25-year follow up. Comparison with status of the 20-year Korean War paraplegic and 5-year Vietnam paraplegic. J Urol 1972; 108: 558-562
- 4) Fritzberg AR, Kasina S, Eshima D, Jhonson DL. Synthesis and biological evaluation of Technetium-99m MAG3 as a hippuran replacement. J Nucl Med 1986; 27: 111-116
- 5) Gallien P, Nicolas B, Robineau S, Le Bot MP, Durufle A, Brissort R: Influence of urinary management on urologic complications in a cohort of spinal cord injury patients. Arch Phys Med Rehabil 1998; 79: 1206-1209
- 6) Gibson CJ: Overview of spinal cord injury: Phys Med Rehabil Clin N Am 1992; 3: 699-709
- 7) Klingensmith III WC, Lammertase DP, Smith WI, Roberts JF, Froelich JW, Sutherland JD: Tc-99m-MAG3 renal studies in SCI patients: normal range, reproducibility and change as a function of duration & level of injury. Spinal Cord 1996; 34: 338-345
- 8) Kuhlemeier KV, McEachran AB, Lloyd LK, Stover SL, Tauxe WN, Dobovsky EV: Renal function after acute and chronic spinal cord injury. J Urol 1984; 131: 439-445
- 9) Maynard FM, Bracken MB, Creasey G, Ditunno JF, Donovan WH, Ducker TB, Garber SL, Marino RJ, Stover SL, Tator CH, Waters RL, Wilberger JE, Young W: International standards for neurological and functional classification of spinal cord injury. Spinal Cord 1997; 35: 266-274
- 10) Mohler JL, Ellison MF, Flanigan RC: Creatinine clearance prediction in spinal cord injury patients: comparison of 6 prediction equations. J Urol 1988; 139: 706-709
- 11) Perkash I: Long-term urologic management of the patient with spinal cord injury. Urol Clin North Am 1993; 20: 423-434
- 12) Phillips JR, Jadvar H, Sullivan G, Lin VWH, Segall

- GM: Effect of radionuclide renograms on treatment of patients with SCI. *Am J Roentgenol* 1997; 169: 1045-1047
- 13) Russel CD, Thorstad BL, Stutzman ME, Yester MV, Fowler D, Dubovsky EV: The kidney: imaging with Tc-99m mercaptoacetyltriglycine, a technetium-labeled analog of iodohippurate. *Radiology* 1989; 172: 427-430
  - 14) Shingleton B, Bodner D: The development of urologic complications in relationship to bladder pressure in spinal cord injured patients. *J Am Paraplegia Soc* 1993; 16: 14-17
  - 15) Smellie J, Edwards D, Hunter N, Normad ICS: Vesicoureteric reflux and renal scarring. *Kidney Int Suppl* 1975; Suppl 4: S65-72
  - 16) Taylor A, Eshima D, Alazraki N: 99mTc-MAG3, a new renal imaging agent: preliminary results in patients. *Eur J Nucl Med* 1987; 12: 510-514
  - 17) Tempkin A, Sullivan G, Paldi J, Perkash I: Radioisotope renography in spinal cord injury. *J Urol* 1985; 133: 228-230
  - 18) Vera A, Merritt JL, Erickson BR: Renal function in spinal cord injury: A preliminary report. *Arch Phys Med Rehabil* 1986; 67: 257-259
  - 19) Waites K, Canupp K, DeVivo M, Lloyd L, Dubovsky E: Compliance with annual urologic evaluation & preservation of renal function in persons with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* 1995; 18: 251-254
  - 20) Webb DR, Fitzpatrick JM, O'Flynn JD: A 15-year follow up of 406 consecutive spinal cord injuries. *Br J Urol* 1984; 56: 614-617
  - 21) Widerstrom-Noga EG, Felipe-Cuervo E, Broton JG, Duncan RC, Yezierski RP: Perceived difficulty in dealing with consequences of spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80: 580-586